DAtF | Kernenergie im Dialog

KERNTECHNIK IN FORSCHUNG UND ALLTAG

INHALTSVERZEICHNIS

4 Kleiner. Super. Speicher.

6 Licht ins Dunkel

8 Das All gegenwärtig

10 Gewürze, Kräuter, Joghurtbecher.

12 Schachtsuche

14 Kraftwerk Mikrobe

16 Information Kerntechnik

20 Interstellarer Raum

22 Zukunfts-Fusion!

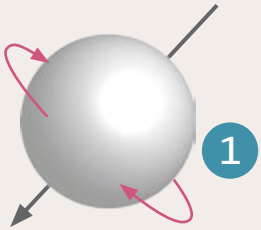
24 Geschichte erzählen

26 Über Sonnenbrand und Orchideenfächer

28 Die Behandlung des Unbehandelbaren

VORWORT

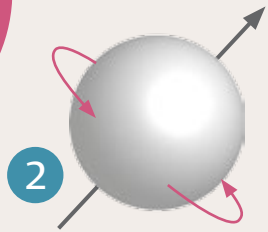
KERNTECHNIK IN DEUTSCHLAND BESCHRÄNKT SICH NICHT AUF ENERGIEGEWINNUNG. KERNTECHNIK IST BIOLOGIE, KERNTECHNIK IST UMWELT, KERNTECHNIK IST INFORMATIONSTECHNOLOGIE. IST MEDIZIN, KUNST, GESCHICHTE, RAUMFAHRT. SIND AUTOS, FLUGZEUGE, COMPUTER, HANDYS, GEWÜRZE UND AUCH JOGHURTBECHER.
KURZ: KERNTECHNIK IST ÜBERALL UND REICHT WEIT IN UNSEREN ALLTAG HINEIN. ÜBERRASCHENDES UND FASZINIERENDES, BEISPIELE ZUM STAUNEN AUS FORSCHUNG UND ALLTAG FINDEN SIE AUF DEN FOLGENDEN SEITEN.



Was ist Spintronik?

Spintronik ist ein junges Forschungsgebiet der Nanoelektronik. Die Ergebnisse der Spintronik könnten unsere Handys und Computer verkleinern und schneller machen – bei geringerem Stromverbrauch. Die Mikroelektronik von heute kommt an ihre Grenzen: Irgendwann geht es nicht kleiner. Die Spintronik, unterstützt durch **kerntechnische Neutronenforschung**, kennt diese Grenze nicht: Das Potenzial der Miniaturisierung ist hier immens.

SPIN + ELEKTRONIK = SPINTRONIK



Das Up and Down der Elektronen

Computertechnik funktioniert überwiegend mit elektrischem Strom: Wenn der fließt, setzen sich **Elektronen** in Bewegung. Das tun sie aber nur so lange, wie Strom anliegt. Wird der ausgeschaltet, werden Computerdaten weder verarbeitet noch gespeichert. Die Spintronik will das ändern. Sie nutzt zur **Datenspeicherung** und Datenverarbeitung auch den Spin eines Elektrons. Der Spin ist der Drehimpuls des Elektrons, hervorgerufen durch **Magnetismus**: Es rotiert sozusagen permanent um sich selbst. Das Elektron befindet sich dabei entweder im Zustand des 2 „Spin-up“ und rotiert rechtsherum. Oder dem 1 „Spin-down“ und rotiert linksherum. Spin-up entspricht einer Eins, Spin-down einer Null: das **Grundrechenprinzip** jedes Computers.

Forscher haben nun herausgefunden, dass sich dieser Up- und Down-Zustand der Spins kontrollieren lässt. Das bedeutet: Spins sind codierbar und so lassen sich Daten sowohl speichern als auch verarbeiten. Der Vorteil: Die Datenverarbeitung mit Magnetismus braucht viel weniger Raum als die mit elektrischem Strom. Ein weiterer Vorteil: Die Elektronen bleiben auch ohne Stromzufuhr im gleichen **Spin-Zustand**, Daten also auch ohne Strom gespeichert. Dieses „Umklappen“ von Spins in „Up“ oder „Down“ benötigt viel weniger Energie als die herkömmliche Bewegung von Elektronen durch elektrischen Strom. **Silizium-Chips** mit darin integrierten Spin-Transistoren könnten deutlich schneller und energiesparender arbeiten als aktuelle Computerprozessoren. Mikro-Chips und Computer wären extrem verkleinerbar. Physiker prüfen zurzeit die magnetische Steuerung von Materialien, aus denen **Handydisplays, Fernseher und Computermonitore** der nächsten Generation bestehen sollen.

Auf dem Weg zum „Super-Speicher“

Enorme Datenmengen zu speichern hat überhaupt erst die Entwicklung von **Server-Zentren** und Cloud-Diensten ermöglicht. Filme über das Internet zu empfangen, soziale Medien zu nutzen und auch das **Surfen** im Internet ist erst möglich durch das Speichern großer Datenmengen. Die Forschung geht davon aus, dass sich die Speichergrenze mittels der **Spintronik** eines Tages auf Atomgröße verkleinern wird. Der Weg ist noch weit. Doch die ersten Spin-Bauteile sind in Benutzung. Im **Lesekopf** der Festplatte jedes modernen Computers ist ein Spintronik-Element integriert. Als nächster Schritt soll die magnetische Festplatte mit ihren rotierenden, empfindlichen Teilen ersetzt werden. Die Speicherkapazität von Festplatten auf Basis einzelner Elektronenspins wäre um ein **Tausendfaches** höher. Auf magnetisch frei adressierbaren Speichern könnte auf viel weniger Platz mehr gespeichert werden. Im Gegensatz zu herkömmlichen Silizium-Chips würden die **Informationen** zudem bei einem Stromausfall nicht verloren gehen.

LICHT INS DUNKEL

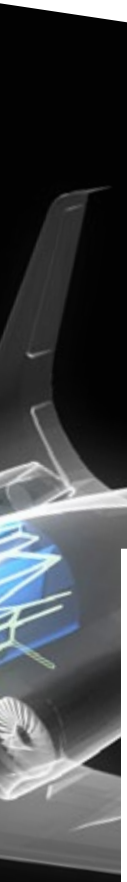
WIE MIT HILFE VON NEUTRONEN AN FLUGZEUGEN GEFORSCHT WIRD.

TIEFE EINBLICKE MIT NEUTRONEN

Neutronen sind winzige, elektrisch neutrale Teilchen. Sie dringen in Material ein, ohne es zu beschädigen – etwa in Turbinen, Automotoren oder Flugzeugwände. Forscher untersuchen mit Neutronenstrahlen den Einfluss von extremer Belastung, wie Temperatur, Druck oder Spannung. Ziel: Materialien zu entwickeln, die strapazierfähiger, leichter und kostengünstiger sind.

NEUTRONEN-FORSCHUNG

Material- und Werkstoffoptimierung, Batterieforschung, Metalllegierungen, Supraleiter, Energiespeicherung, Automobilindustrie, Chemie-Analysen, Tumordiagnose und Therapie, Gesteinsanalysen, archäologische Untersuchungen, Entstehung des Universums



„Wir designen vom Atom her. Es geht um die Optimierung von Materialeigenschaften durch Veränderungen auf atomarer und molekularer Ebene.“

Professor Dr. Winfried Petry, einer der wissenschaftlichen Direktoren des Heinz Maier-Leibnitz Zentrums (MLZ) in Garching bei München. Das MLZ nutzt die Neutronenstrahlen der Forschungs-Neutronenquelle (FRM II) der Technischen Universität München.

Flugzeuge schweißen

Flugzeuge der Zukunft sollen schneller fliegen, weniger Treibstoff verbrauchen und das ohne Verlust der Sicherheitsstandards. Mit Hilfe der **Neutronenforschung im Reaktor** wird jetzt ein Schritt in diese Richtung gegangen. Airbus-Flugzeuge werden bis heute mit Nieten gebaut. Die drei Segmente eines A380-Rumpfes zum Beispiel werden mit **10.000 Nieten** miteinander verbunden. Das soll sich jetzt ändern: Künftig soll geschweißt werden. Äußerst sinnvoll ist eine **Schweißnaht**, weil sie widerstandsfähiger und leichter ist als eine **Verbindung** mit Nieten. Schweißen ginge zudem schneller und wäre billiger. Ein geschweißtes Flugzeug käme mit kleineren **Tragflächen** aus, bräuchte weniger Schub aus den Triebwerken und damit weniger Treibstoff. Bisher war es technisch schwierig, die Schweißnähte auf Stabilität und Dichte zu kontrollieren. Das ist extrem wichtig für die Sicherheit eines Flugzeuges. Mit der Neutronenforschung ist heute die Prüfung möglich, ob die Nähte den **extremen Kräften** in zehn Kilometer Höhe standhalten. Denn mit dem Neutronenstrahl lässt sich die Spannungsverteilung in den Schweißnähten kontrollieren und regulieren. Diese Untersuchung ermöglicht es, in die **Schweißnaht** hineinzuschauen und aufgrund der atomaren Struktur die Qualität dieser Schweißnaht zu beurteilen.

Flugzeuge schwitzen

Über den Atem verliert jeder **Mensch** jeden Tag etwa ein Glas Wasser. Wohin mit diesem Wasser in einem Flugzeug? In einem Airbus A380 etwa haben über 800 Passagiere Platz! Normalerweise dringt der ausgeatmete **Wasserdampf** durch die Passagierkabine in die Isolation des Flugzeuges. Mehrere hundert Kilogramm Wasser sammeln sich so, schwappen hin und her oder gefrieren an der kalten Flugzeugwand. Das erhöht das **Gewicht des Fliegers** und damit die Treibstoffkosten. Auch Schimmel kann sich bilden oder Kurzschlüsse in der Elektronik können entstehen. Wissenschaftler haben daraufhin mit dem Ausschnitt einer Flugzeugwand einen Transatlantikflug simuliert und mit Neutronen untersucht. Sie wollten wissen: Wie und wo genau gefriert der Wasserdampf in der **Flugzeugisolation**? Wird der Wasserdampf erst flüssig, bevor er gefriert? Mit Hilfe der Neutronenradiographie durchleuchteten sie die Außenwand. Die Neutronen zeigten exakt: Wo ist das Wasser oder Eis während der **Steigphase**, des Sinkfluges und der Bodenphase? Mit den Ergebnissen wollen die Forscher neue Wasserleitsysteme für Flugzeuge entwickeln. Auch eine neue Flugzeugisolation soll es geben, denn bisher muss diese alle zwei Jahre komplett getauscht werden.

Tausende Sterne gehören zum Nebel NGC 3603. Das stellare „Schmuckkästchen“ ist einer der massereichsten Sternenhaufen in der Milchstraße. Etwa 200.000 Galaxien unseres Universums haben Forscher jetzt gemessen, um die Entstehung des Weltalls zu untersuchen.

DAS ALL GEGENWÄRTIG

Die Geburt des Universums

Es war einmal der Urknall ... Und dann? Diese Frage soll ein riesiger Teilchenbeschleuniger beantworten. FAIR (Facility for Antiproton and Ion Research) heißt das Projekt bei Darmstadt. Wissenschaftler nennen es „**Universum im Labor**“. Denn die Entstehung unseres Weltalls soll im Miniaturmaßstab und unterirdisch untersucht werden. „Wir beginnen einige **Mikrosekunden** nach dem Urknall“, sagt Professor Karlheinz Langanke, wissenschaftlicher Geschäftsführer vom GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung. Um **kernphysikalische Prozesse** in Sternen gehe es, um die Entwicklung von Sternen und anderen kosmischen Objekten. „Unklare Astrophysik“ heißt dieses Forschungsfeld, in dem mit „FAIR“ eine neue Ära beginne. 3.000 Wissenschaftler aus 50 Ländern werden diese Anlage nutzen. 2022 soll sie starten. Bei Betrieb werden extrem kleine Teilchen auf 99 Prozent **Lichtgeschwindigkeit** beschleunigt. In dem 1,1 Kilometer langen Kreisbeschleuniger kommen die Teilchen dann auf etwa 300.000 Kilometer pro Sekunde und prallen schließlich auf eine **Folie aus Atomen**. Was genau dabei herauskommt? Das sei noch völlig offen, sagt Professor Langanke.

Die Materie des Universums

Das Universum besteht aus fünfmal mehr Dunkler Materie als sichtbarer Materie. XENON1T ist das empfindlichste Messinstrument für **Dunkle Materie** weltweit. „Wir gehen davon aus, dass etwa hunderttausend Dunkle Materie-Teilchen pro Sekunde die Fläche eines Daumennagels durchströmen“, sagt Prof. Manfred Lindner, Direktor am Max-Planck-Institut für Kernphysik in Heidelberg. Bisher habe sie nur keiner nachweisen können. XENON1T soll das ändern. Er steht in Italien in einem der **größten Untergrundlabors der Welt**. 1.400 Meter Gestein schützen vor kosmischer Strahlung. Dazu kommen noch einmal 750 Kubikmeter hochreinen Wassers um den Kern des **Detektors**: 3,5 Tonnen des Edelgases Xenon bei –95 Grad Celsius. „Wir brauchen eine große Menge Detektormaterial und eine extrem hohe radioaktive Reinheit“, erläutert Prof. Christian Weinheimer von der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster. 248 **Lichtsensoren** registrieren Signale Dunkler Materie. Sie sind so empfindlich, dass sie selbst **nur ein Photon** nachweisen könnten.

Das Ende des Universums

Kernphysiker aus Heidelberg haben etwa **200.000 Galaxien** unseres Universums untersucht. Die Wissenschaftler vom Max-Planck-Institut für Kernphysik in Heidelberg sind im Team von Astronomen des Projekts GAMA (Galaxy And Mass Assembly). Es ist die bisher umfangreichste **Energiemessung des Universums**. Die Forscher kommen zu dem Schluss: Das Weltall produziert nur noch die Hälfte der Energie als noch vor zwei Milliarden Jahren. Dies bedeutet: „Das Universum hat es sich im Prinzip schon auf dem Sofa gemütlich gemacht, eine **Decke** übergezogen und ist dabei für immer und ewig einzunicken“, sagt Simon Driver. Er ist Leiter des Wissenschaftsteams GAMA. Denn fast die gesamte **Energie des Universums** wurde mit dem Urknall oder unmittelbar danach freigesetzt. Heute wird Energie nur noch freigesetzt, wenn Sterne Atome wie Wasserstoff oder Helium verschmelzen.

GEWÜRZE, KRÄUTER, JOGHURTBECHER.

WARUM MAN STRAHLUNG FÜR STERILISATION EINSETZT.

WAS BEDEUTET
STERIL?

EIN MATERIAL IST FREI VON LEBENDEN MIKROORGANISMEN – UND DAMIT AUCH KRANKHEITSERREGERN.

Mit Strahlung sterilisieren

Ionisierender Strahlung ist der Mensch ausgesetzt durch natürliche Quellen aus der Erde oder dem Weltall, je nach Region ist sie unterschiedlich stark. Diese Teilchenstrahlung nutzt man auch für die Sterilisation. Denn diese **energiereiche Strahlung** beseitigt Krankheitserreger: ob in Kosmetikprodukten oder in der Medizin. In der Pharmazie, in der Halbleiter-Technologie und der Verpackungsindustrie: Überall wird energiereiche Strahlung zur Sterilisation eingesetzt. Radioaktivität entsteht dabei nicht. Zur Sterilisation, die oft durch Verpackungen hindurch durchgeführt werden muss, werden meistens Beta- oder Gamma-Strahlen verwendet.

Joghurtbecher

Nicht nur unser **Essen** muss keimfrei sein: das Material, worin unsere Lebensmittel verpackt sind, ebenso. Deshalb werden Flaschen, Folien und andere Verpackungen mit energiereichen Beta- oder Gammastrahlen sterilisiert. Zum Beispiel Joghurtbecher: Damit in den **Joghurt** keine Krankheitskeime gelangen, kommt er in eine Sterilisationsanlage. Nicht jeder Becher einzeln. Ionisierende Strahlung wirkt durch viele Materialschichten hindurch. So können ganze **Paletten** mit Joghurtbechern gleichzeitig sterilisiert werden.

Gewürze

Lebensmittel schimmeln. Um ihre Haltbarkeit zu erhöhen oder gesundheitsschädliche **Mikroorganismen** in Lebensmitteln abzutöten, bestrahlt man sie. In Deutschland beispielsweise behandelt man so getrocknete **Gewürze**. Denn Gewürze und in freier Natur gewachsene Kräuter können Bakterien und Schimmelpilze enthalten. Bei Sterilisation mit Heißdampf leiden Vitamingehalt, **Farben** und Aromastoffe. Bei der Sterilisation durch Beta- oder Gammastrahlen bleiben Vitamine und Aromen erhalten.

HERZKLAPPEN, KOSMETIK, SPIELZEUG:

In der Medizin bestrahlt man medizinische Arbeitsgeräte oder Messinstrumente. Auch Katheter oder künstliche Herzklappen müssen steril sein, bevor sie in den menschlichen Körper eingesetzt werden.

In der Kosmetik werden pflanzliche Farbpigmente bestrahlt. Sie sind sehr stark mikrobiell belastet. Dadurch kann auf die Verwendung von Konservierungsmitteln verzichtet werden.

Auch Kinderspielzeug kann beim Import aus anderen Ländern Mikroben und Krankheitserreger enthalten. Auch hier wird ionisierende Strahlung zur Sterilisation eingesetzt.

SCHACHT-SUCHE

NISRA UND DIE SUCHE
NACH EINEM ENDLAGER.

95%

der Deutschen halten es für „sehr wichtig“ oder „wichtig“, dass es bald ein Endlager für hochradioaktive Abfälle gibt.

NISRA und die Suche

An einem noch weiter optimierten Umgang mit radioaktiven Abfällen, aber auch an der Erkundung geeigneter Endlagerstätten arbeiten Wissenschaftler aus vielen Forschungsbereichen: **Radioaktive Reststoffe müssen analysiert** und klassifiziert, Gesteinsformationen geologisch bewertet und Langzeitwirkungen abgeschätzt werden. Für die Endlagerung radioaktiver Abfälle suchen Forscher in mehreren hundert Metern Tiefe sogenannte stabile geologische Formationen. Dort soll das Material sicher eingeschlossen werden. Doch wie können die Forscher die Materialien für die Endlagerung exakt bestimmen?

NISRA und die Zukunft

Mit dem derzeit in Entwicklung befindlichen Verfahren kann nicht nur radioaktiver Abfall analysiert werden. Auch **Sicherheitsbehörden** und die Industrie können davon profitieren, das Innere hochdichter **Materialien** zu bestimmen. Das Verfahren eignet sich auch für Qualitätskontrollen in der Metall- und Elektroindustrie oder für die Untersuchung von Frachtgut in Schiffs- oder **Flughäfen,** ohne dass dieses geöffnet werden müsste. Ganze Brücken könnten auf Risse, Brüche oder andere Fehler untersucht werden.

NISRA und die Analyse

Radioaktive Abfallprodukte müssen vor ihrer Endlagerung gründlich analysiert werden. Die Altabfälle aus den 60er, 70er und 80er-Jahren sind teilweise in **Beton** eingeschlossen. In diese Abfälle können Wissenschaftler mit bisherigen Bildverfahren nicht einfach hineinschauen. Genau hier sollen die **Forschungen** des NISRA-Projekts eine Lösung bieten: Denn mit der Entwicklung neuer Bildgebungsverfahren wäre eine exakte Bestimmung der Materialien in den radioaktiven Abfällen möglich.

SCHNELLE NEUTRONEN

Röntgenstrahlung reagiert mit der Elektronenhülle eines Atoms und kann nur eingeschränkt in Materialien eindringen. Die elektrisch neutralen Neutronen hingegen können tief in das zu untersuchende Objekt eindringen. Zudem reagieren sie mit dem Atomkern auf eine Weise, die charakteristisch für das jeweilig bestrahlte Material ist. Dadurch sind Analysen möglich, die mit der konventionellen Messtechnik nicht realisierbar sind.

NISRA (Neutron Imaging System for Radioactive-Waste Analysis) und wer daran arbeitet: ▶ Institut für Nukleare Entsorgung und Techniktransfer (NET) der RWTH Aachen ▶ Center for Computational Engineering Science der RWTH Aachen ▶ Institut für Energie- und Klimaforschung des Forschungszentrums Jülich ▶ Zentralinstitut für Elektronik des Forschungszentrums Jülich ▶ Siemens AG - Corporate Technology ▶ Maßgeblich gefördert durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung.

KRAFTWERK MIKROBE

„Rifle Mill“ heißt die stillgelegte Uranmine in Colorado, USA. Über mehrere Jahre hinweg „fraß“ das Bakterium Geobacter Uraniireducens 90 Prozent des gelösten Urans aus dem Grundwasser rund um die Mine.

WIE BAKTERIEN URAN UMWANDELN UND WARUM DAS REVOLUTIONÄR IST.

Mikroben fressen Schwermetalle

Erstmals entdeckt wurde es **1987**. Im Faulschlamm des Potomac, einem Fluss an der Atlantikküste der USA. Der Mikroorganismus Geobacter. Ein „Verwandter“ dieses Bakteriums ist Geobacter Uraniireducens. Eine Eigenschaft dieser **Mikrobe** war für die Wissenschaftler spektakulär: Sie kann das Schwermetall Uran abbauen, beziehungsweise umwandeln. Die Radioaktivität des Urans macht dem Bakterium nichts aus. So wie der **Mensch** Sauerstoff in Kohlendioxid umwandelt, „veratmen“ diese Bakterien Uran(VI) zu Uran(IV) und nutzen die daraus entstehende Energie für ihren Stoffwechsel. Geobacter Uraniireducens hat **feine Härchen** an der Außenseite seiner Zellmembran. Diese bilden eine Art Schutzschild. Diese Härchen sind elektrisch leitfähig und können in Kontakt kommen mit der **„Nahrung“** Uran. Durch Elektronenaustausch verändert die Mikrobe das Uran so, dass dies wasserunlöslich wird. Man spricht von „Immobilisierung“. Das Uran verliert zwar nicht an Strahlung und muss dennoch entsorgt werden, aber: Es verbreitet sich nicht mehr in der Umwelt. Das ist auch interessant für mögliche Reinigungen **stillgelegter Stätten** des Uranbergbaus.

Mikrobe überlebt hohe Strahlendosis

Nicht nur Geobacter Uraniireducens hält radioaktiver Strahlung stand. Auch Deinococcus radiodurans. Bereits in den 50er-Jahren entdeckten Wissenschaftler diesen Mikroorganismus in **Fleischkonserven** der Armee. Zur Konservierung waren diese bestrahlt worden – Deinococcus radiodurans überlebte. Die Mikrobe übersteht Strahlendosen von mehr als 10.000 Gray. Man sagt, 15 Gray seien für einen Menschen tödlich. Deinococcus radiodurans kann zwar nicht wie **Geobacter Uraniireducens** Uran direkt umwandeln, über einen Zwischenschritt aber binden und damit dessen Verbreitung stoppen.

Energie sparen durch Mikroben

Forscher hoffen, mit Hilfe von Geobacter und anderen Bakterien winzige Katalysatoren herzustellen. Sogenannte Nanokatalysatoren können Moleküle wie Kohlendioxid oder Wasser aktivieren und so Wege zur Nutzung alternativer Energiequellen wie Ethanol und Methanol oder Wasserstoff eröffnen. Kohlendioxid ist ein Treibhausgas und fällt bei der Energiegewinnung an, durch Verkehr oder in der **Stahlindustrie.** Die chemische Umwandlung von Kohlendioxid ist ein sehr energieaufwendiges Verfahren. Die **Uranumwandlung** von Geobacter könnte nun genutzt werden, genau diese Energie zu liefern. Zusätzlich zur Gewinnung einer alternativen Energiequelle wäre das Kohlendioxid neutralisiert. Auch bei der Herstellung von Ammoniak aus Stickstoff könnten Nanokatalysatoren als Energielieferanten helfen. Denn etwa 1,4 Prozent des globalen Energieaufwandes wird allein für die **Herstellung von Ammoniak** verbraucht. Ammoniak ist eine Grundchemikalie und wird zum Beispiel in Dünger verwendet.

Weltweit wird 90 Prozent des Ammoniaks über das Haber-Bosch-Verfahren hergestellt: Stickstoff und Wasserstoff reagieren zu Ammoniak.

$$N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$$

INFORMATION KERNTECHNIK

*„**Kerntechnische Forschung und Lehre** sind auch in Zukunft an deutschen Universitäten und Hochschulen unverzichtbar, gerade wenn es um die qualifizierte Mitarbeit in internationalen Gremien und das Mitspracherecht bei internationalen Sicherheitsstandards geht. Trotz einer Verschiebung der Forschungsschwerpunkte, insbesondere hin zu Rückbau und Endlagerung sind **86 Prozent** an Hochschullehrern, die ich befragt habe, der Meinung, dass eine umfassende kerntechnische Ausbildung auch in Zukunft in Deutschland gebraucht wird. Genauso viele Kollegen würden jüngeren Menschen ein Studium der Kerntechnik empfehlen.“*

Prof. Dr. Uwe Hampel, Leiter Experimentelle Thermofluiddynamik
am Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf (HZDR)

Welche Hochschulen mit Lehrstühlen und Lehrveranstaltungen im Bereich Kerntechnik und angrenzenden Fachgebieten gibt es? (Auswahl):

- FH Aachen
- Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen
- Universität Augsburg
- Freie Universität Berlin
- Fachhochschule Bingen
- Ruhr-Universität Bochum
- Technische Universität Braunschweig
- Technische Universität Clausthal
- Brandenburgische Technische Universität Cottbus
- Technische Universität Dresden
- Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
- Universität Duisburg-Essen
- Justus-Liebig-Universität Gießen
- Georg-August-Universität Göttingen
- Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg
- Forschungszentrum Jülich
- Duale Hochschule Baden-Württemberg Karlsruhe
- Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
- Universität zu Köln
- Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover
- Universität Leipzig
- Fachhochschule Lübeck
- Hochschule Mannheim
- Johannes Gutenberg-Universität Mainz
- Philipps-Universität Marburg
- Technische Hochschule Mittelhessen
- Technische Universität München
- Westfälische Wilhelms-Universität Münster
- Universität Stuttgart
- Hochschule Ulm
- Hochschule Zittau/Görlitz

Kerntechnik in der modernen Gesellschaft

Medizin ▶ Ein Drittel aller Patienten in Krankenhäusern der USA bekommen Behandlungen oder Untersuchungen, die der **Nuklearmedizin** bedürfen. ▶ Radioisotope werden genutzt, um Medikamente zu testen, zur Bildgebung in der Diagnose oder um Tumorzellen zu bestrahlen. ▶ Radioaktive Strahlung wird eingesetzt, um Operationsinstrumente und medizinisches Zubehör zu sterilisieren.

Wirtschaft ▶ **Radioisotop-Instrumente** helfen, die Dicke von Papier, Blech, fluiden Strömungen und Zementzusammensetzung zu messen. ▶ Mit Hilfe radioaktiver Strahlung werden Plastik und andere Kunststoffe gehärtet. ▶ Radiographie wird genutzt, um Schweißstellen zu überprüfen und Fehler in Gussteilen zu finden. ▶ Mit Radioisotopen werden Verschleiß und Abnutzung an Material gemessen.

Endprodukte ▶ Mit **radioaktiver Strahlung** wird Reifengummi gehärtet. ▶ Fotokopierer verwenden kleine Mengen radioaktiven Materials, um zu verhindern, dass Papier zusammenklebt. ▶ Kosmetik, Haarpflegeprodukte und Kontaktlinsenflüssigkeit werden mit radioaktiver Strahlung sterilisiert.

Forschung ▶ Radioisotope sind essenziell für die biomedizinische Forschung über AIDS, Krebs und die Alzheimer-Krankheit. ▶ Die Erforschung des Weltraums wäre unmöglich, ohne kleine **kernkraftbetriebene Generatoren**. ▶ **Radionuklide** sind essenziell für die genetische Forschung. ▶ Physiologische Messungen bei Menschen, Tieren und Pflanzen nutzen radioaktive Tracer.

Landwirtschaft ▶ Radioisotope verhindern das Keimen von Samen. ▶ Radioaktives Material wird genutzt, um Saatgut und Lebensmittelprodukte zu konservieren. ▶ **Radioisotope** helfen Forschern dabei, Pflanzen und Tiere zu züchten, die gegen Krankheiten resistent sind. ▶ Radioisotop-Methoden helfen in der Hydrologie, um die Wasserversorgung zu untersuchen und zu prognostizieren.

Sicherheit ▶ Radioaktives Material wird für das Scannen von Gepäck eingesetzt. ▶ Manche Rauchmelder funktionieren mit kleinen Mengen radioaktiven Materials. ▶ Radioaktive Strahlung wird genutzt, um Post zu **dekontaminieren**, in der mutmaßliche Giftstoffe enthalten sind.

Umweltschutz ▶ Radiosotop-Techniken sind essenziell für Untersuchungen zur Klimaforschung und Erderwärmung. ▶ Feste Abfälle und Abwasser können mit radioaktiven Techniken behandelt werden statt mit toxischen Chemikalien. ▶ Die Chronologie kontaminierter Böden von Flüssen und Seen wird mit Hilfe von **Radioisotop-Techniken** untersucht. ▶ Radionuklide helfen bei der Untersuchung der Anpassung von Pflanzen und des Meeres an Treibhausgase.

Energie ▶ **Nukleare Technologien** helfen, Informationen darüber zu sammeln, wie man die Effizienz erneuerbarer Energie-Technologien erhöhen kann.

Weitere Informationen auf kernfragen.de

„Drei Fragen an …“

Dr. Walter Tromm, Programmsprecher des Programms Nukleare Entsorgung, Sicherheit und Strahlenforschung (NUSAFE)

Welche sind aktuell die zentralen Forschungsfragen der Kerntechnik?

Unterscheiden würde ich zwischen der deutschen und der europäischen/internationalen Situation: Die zentralen **Forschungsfragen** in Deutschland beschäftigen sich mit dem Rückbau, der Zwischen- und Endlagerung der radioaktiven Abfälle. Da Deutschland aber auch im internationalen Kontext sein **Fachwissen** bezüglich der Reaktorsicherheit weiterhin einbringen möchte, werden auch Fragen zur Sicherheit der bestehenden Reaktoranlagen bzw. der im Bau befindlichen untersucht. International bleibt dies ein wichtiges Forschungsthema, und auch Untersuchungen zu neuen Reaktorkonzepten werden international weiterverfolgt.

Wird die Kerntechnik noch an der Antwort auf die Frage „Energie für die Zukunft?“ mitarbeiten?

In Deutschland werden wir uns sicherlich darauf konzentrieren, **Fragen zur Sicherheit** der Anlagen wissenschaftlich zu untersuchen und zu beantworten. International werden aber verschiedene Länder auch weiterhin an der Kernenergie zur CO_2-freien Stromerzeugung festhalten und dementsprechend auch neue Reaktorkonzepte weiterentwickeln. Das Beispiel **China** zeigt dies ja sehr eindrucksvoll.

Kerntechnik ist als Forschungsfeld vielfältig und oft schwer zu greifen: Warum ist sie dennoch für alle bedeutsam?

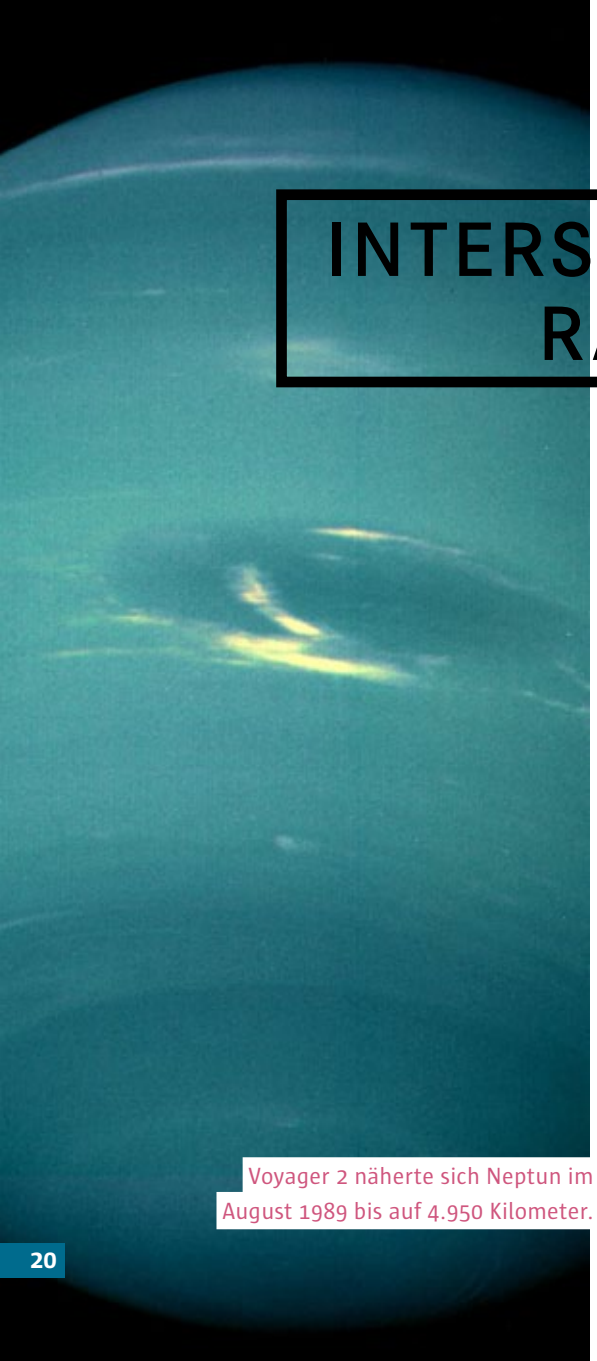
Je nachdem wie man den Begriff Kerntechnik fasst, beinhaltet er ja ein sehr weites Spektrum der Anwendung: Es geht dann nicht mehr nur um die Sicherheitsfragestellungen zu den **Kernkraftwerken**, sondern um Fragen des Rückbaus, der Zwischen- und Endlagerung, aber auch der Strahlenforschung und der Medizintechnik. Radionuklide, die in der **Medizin** benötigt werden, zum Beispiel zur Krebsbekämpfung, müssen in Forschungsreaktoren erzeugt werden. Schon an diesem Beispiel kann man sehen, wie groß die **Bandbreite** ist. Es sind dann eben nicht nur die Forschungsreaktoren zu begutachten, sondern die Radionuklide entsprechend zu charakterisieren, **Strahlenschutzaspekte** für Transport, das medizinische Personal und die Strahlendosen auf die Patienten zu berücksichtigen. Diese Radionuklide bzw. ihre Transportbehälter etc. müssen ebenfalls einer für die Umwelt unbedenklichen **Entsorgung** zugeführt werden. Aus diesen Gründen werden wir uns mit Kerntechnik noch weit über den Zeitpunkt des Abschaltens der Kernkraftwerke hinaus beschäftigen müssen.

Welche Forschungseinrichtungen im Bereich Kerntechnik gibt es? (Auswahl):

- Center for Computational Engineering Science der RWTH Aachen
- Deutsches Elektronen-Synchrotron (DESY)
- European Physical Society (EPS)
- Forschungsneutronenquelle Heinz Maier-Leibnitz (FRM-II)
- Forschungszentrum Jülich GmbH in der Helmholtz- Gemeinschaft
- Fraunhofer-Gesellschaft
- Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) gGmbH
- GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung in Darmstadt
- Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf (HZDR)
- Helmholtz-Zentrum Geesthacht–Zentrum für Material- und Küstenforschung
- Helmholtz Zentrum München – Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt
- Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie
- Hermann von Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren
- Ionenstrahl-Therapiezentrum (MIT)
- Joint Research Centre (JRC), Institute for Transuranium Elements (ITU)
- Institut für Nukleare Entsorgung und Technikktransfer (NET) der RWTH Aachen
- Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
- Max-Planck-Institut für Kernphysik
- Max-Planck-Institut für Plasmaphysik (IPP)

Die Vielfalt von Berufsbildern in der Kerntechnik (Auswahl):

Bauingenieur
Informatiker
Radiochemiker
Chemiker
Betriebsleiter
Schichtleiter
Bergtechniker
Maschinentechniker
Mechatroniker
Qualitätsmanager
Projektleiter
Mathematiker
Reaktorfahrer
Produktionsleiter
Sicherheitsingenieur
Dreher/Fräser
Mineralogen
Umwelttechniker
Radiologe
Jurist
Maschinen- und Anlagenführer
Physiker
Geologe
Werkzeugmechaniker
Elektriker
Metallbauer
Mechaniker
Brennstoffingenieur
Industriemechaniker
Elektroingenieur
Kerntechniker
Verfahrenstechniker
Maschinenbauingenieur
Betriebswirt
Rückbaumanager
Radioökologe
Industriekaufmann
Strahlenschützer
Biologe
Mess- und Automatisierungstechniker
Strahlenphysiker



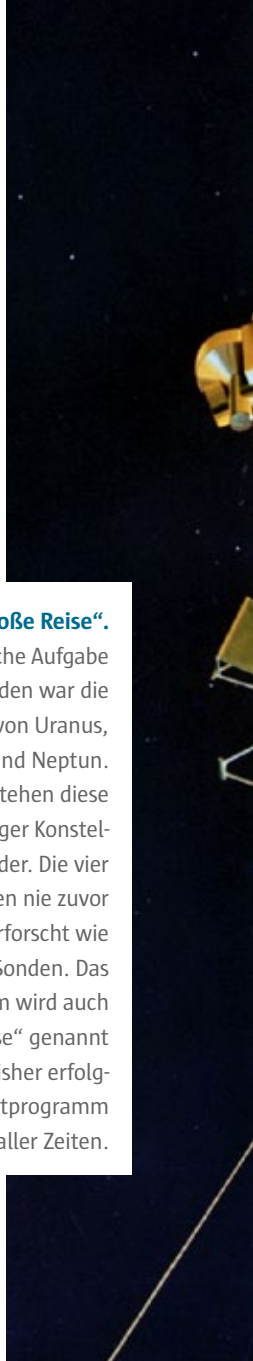
INTERSTELLARER RAUM

SEIT 38 JAHREN UNTERWEGS: DIE RAUMSONDEN VOYAGER 1 UND 2

Seit 1977 bis in die Ewigkeit? Die beiden Voyager-Sonden sind seit über 38 Jahren unterwegs. Voyager 1 startete am 5. September 1977. Voyager 2 am 20. August 1977. Eine Raumsonde wog beim Start jeweils 825 Kilogramm.

Batteriestrom seit 38 Jahren. An Bord der Sonden sind jeweils drei **Radioisotop-Batterien**. Durch den Zerfall von Plutonium entsteht Wärme, die in Strom umgewandelt wird, ähnlich den Prozessen in Kernkraftwerken. Nach 38 Jahren sind die Batterien heute immer noch zu über 56 Prozent leistungsfähig.

„Die große Reise“. Ursprüngliche Aufgabe der Raumsonden war die Erkundung von Uranus, Saturn, Jupiter und Neptun. Alle 175 Jahre stehen diese Planeten in günstiger Konstellation zueinander. Die vier Planeten wurden nie zuvor so umfangreich erforscht wie durch die beiden Sonden. Das Voyager-Programm wird auch „Die große Reise“ genannt und ist das bisher erfolgreichste Raumfahrtprogramm aller Zeiten.



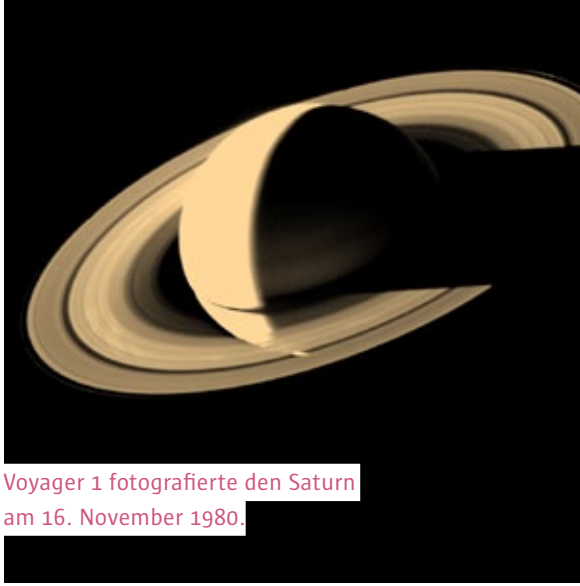
Voyager 2 näherte sich Neptun im August 1989 bis auf 4.950 Kilometer.

Rasant weit weg. Mit einer Geschwindigkeit von etwa 61.000 km/h rasen die Raumsonden durch das All. Am Tag sind das rund 1,4 Millionen Kilometer. Voyager 1 ist über 20 Milliarden Kilometer von der Erde entfernt und fliegt mittlerweile durch den interstellaren Raum. Sie ist damit das am weitesten von der Erde entfernte Objekt, das je von Menschenhand hergestellt wurde.

Sie fliegen und fliegen und fliegen. 90 Kilogramm Treibstoff hatten die Sonden beim Start bei sich. Nur etwa 55 Kilogramm sind verbraucht. Denn die Sonden benötigen im luftleeren Raum keinen Treibstoff. Würde die Voyager 2 bis zum nächstliegenden Stern fliegen, würde sie ihn in 40.000 Jahren erreichen. Er heißt Ross 248.

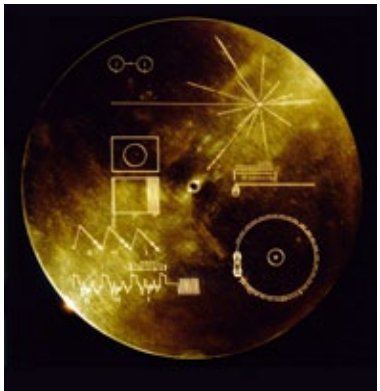
Goldene Schallplatten im All. Die Voyager Golden Records sind mit Gold überzogene Kupferplatten an Bord der Raumsonden. Auf ihr sind Bilder und Töne der Erde – für den Fall, dass eine außerirdische Zivilisation die Platten findet. Zu den Aufnahmen zählen Grüße in 55 verschiedenen Sprachen, Geräusche von Wind, Regen oder Tieren. Sogar ein Kuss und Musikstücke von Ludwig van Beethoven oder Louis Armstrong. Die Platten halten im Extremfall 500 Millionen Jahre.

20 Stunden bis zur Erde. Nach Erfüllung ihrer Mission fotografierte Voyager 1 aus sechs Milliarden Kilometern Entfernung die Erde in der Milchstraße. Die Daten brauchten 20 Stunden von der Raumsonde bis zum Eintreffen auf der Erde.



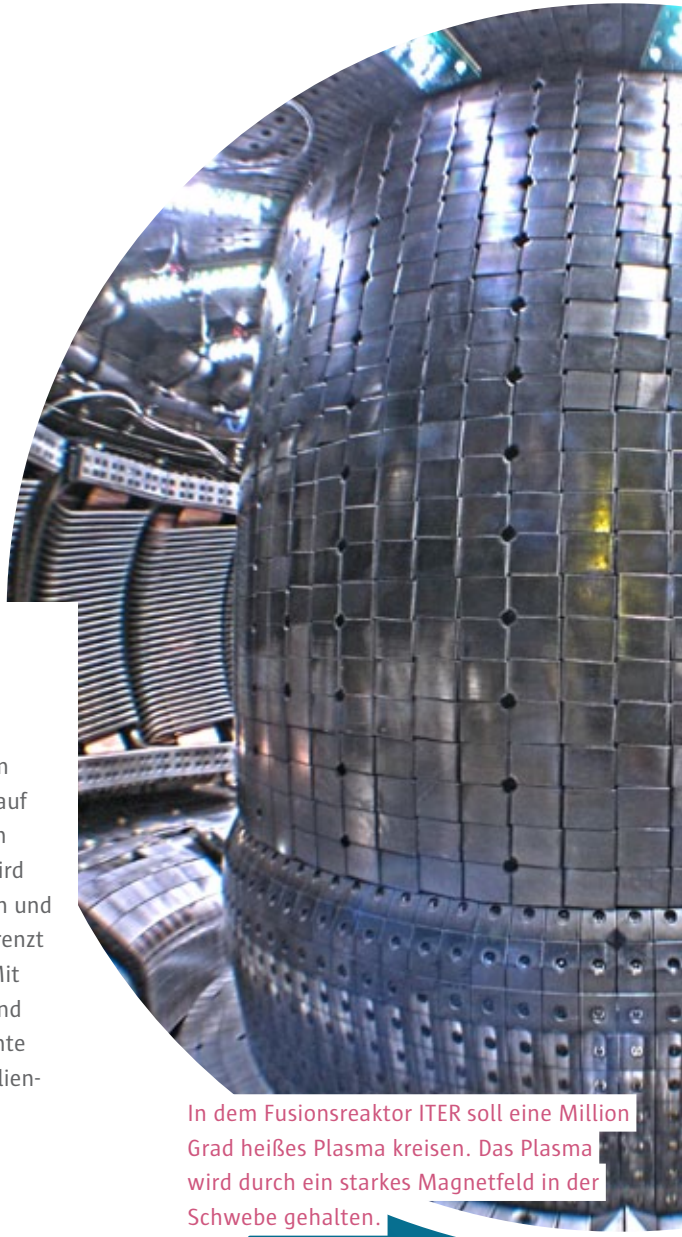
Voyager 1 fotografierte den Saturn am 16. November 1980.

Abschaltung bis 2025. Der Computer an Bord der Voyager hat einen Arbeitsspeicher von 64 Kilobyte, das sind 0,064 Megabyte. 1992 fiel der Bordcomputer der Voyager 1 aus, die Sonde arbeitet seitdem mit dem Reserverechner. Bis 2025 werden nach und nach alle elf wissenschaftlichen Geräte in den Raumsonden abgeschaltet, um Strom zu sparen und die Geräte zu schonen.



ZUKUNFTS-FUSION!

KOMMT DER STROM AUS DER STECKDOSE KÜNFTIG AUS FUSIONSKRAFTWERKEN?



In dem Fusionsreaktor ITER soll eine Million Grad heißes Plasma kreisen. Das Plasma wird durch ein starkes Magnetfeld in der Schwebe gehalten.

Weniger rein, mehr raus?

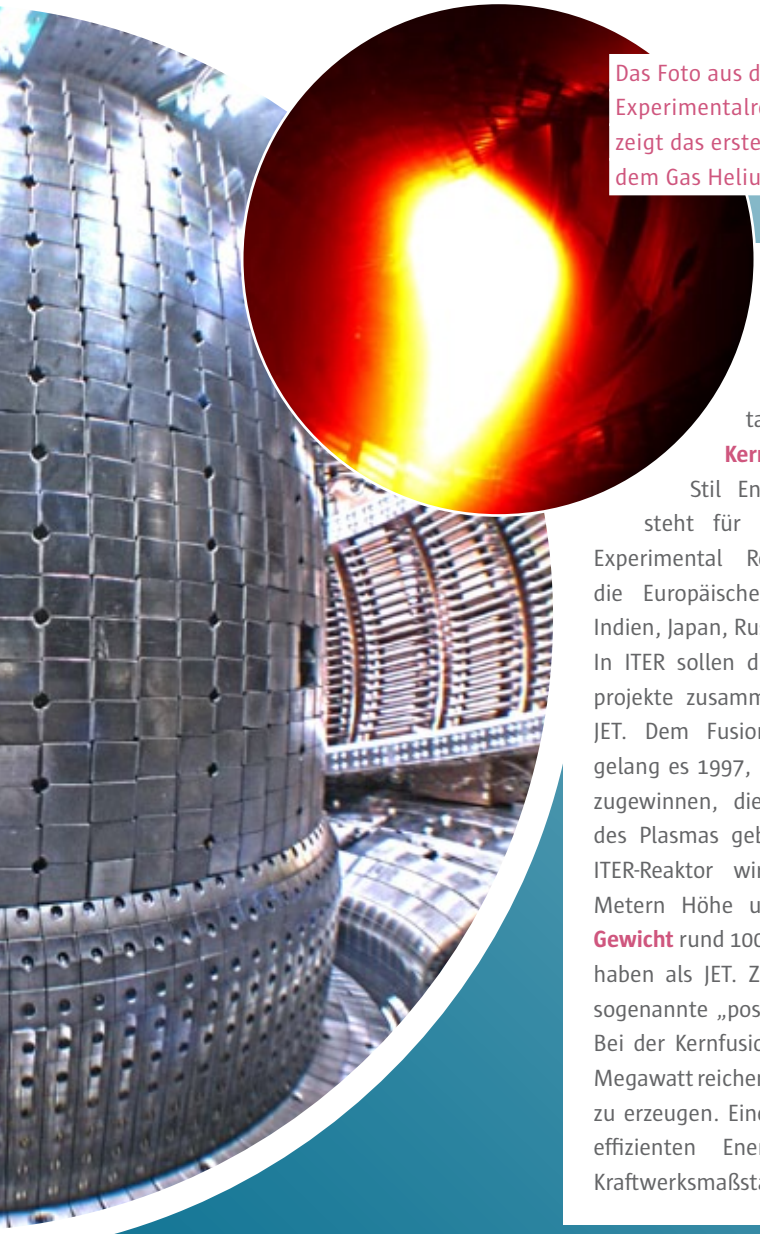
Während der **Kernfusion** setzt ein Gramm Brennstoff die gleiche Energie frei wie die Verbrennung von elf Tonnen Kohle. Wichtig bei der Kernfusion ist die sogenannte „positive Energiebilanz“. Ziel ist es: So wenig wie möglich Energie für die Kernverschmelzung zu verbrauchen und so viel wie möglich Fusionsenergie dabei zu gewinnen.

Sterne aus der Steckdose?

Energiegewinnung in den Kernkraftwerken von heute beruht auf Kernspaltung: dem Teilen von Atomkernen. Energiegewinnung der Zukunft setzt auf das Verschmelzen von Atomkernen: Kernfusion. Die ist vergleichbar mit dem Prozess auf der Sonne. In Fusionsreaktoren wird Plasma auf 100 Millionen Grad erhitzt und liefert Energie.

Wasser und Steine?

Das im Fusionsreaktor verwendete Material Deuterium und Tritium gibt es in Unmengen auf der Erde. Deuterium in Wasser und Tritium wird aus Lithium gewonnen und das findet sich unbegrenzt in Gestein. Es heißt: Mit 250 Gramm Steinen und zwei Glas Wasser könnte ein Jahr lang ein Familienhaushalt mit Energie versorgt werden.



Das Foto aus dem Innenraum des Experimentalreaktors Wendelstein 7-X zeigt das erste erzeugte Plasma aus dem Gas Helium.

Der Bau: ITER

Seit 2007 wird im französischen Forschungszentrum Cadarache der Experimentalreaktor ITER gebaut. Durch **Kernfusion** soll im großen Stil Energie erzeugt werden. ITER steht für International Thermonuclear Experimental Reactor. Projektpartner sind die Europäische Atomgemeinschaft, China, Indien, Japan, Russland, Südkorea und die USA. In ITER sollen die Ergebnisse der Vorgängerprojekte zusammenlaufen. Zum Beispiel von JET. Dem Fusionsprojekt in **Großbritannien** gelang es 1997, die Hälfte der Energie zurückzugewinnen, die für die Erhitzung des Plasmas gebraucht wurde. Der ITER-Reaktor wird mit seinen 30 Metern Höhe und **23.000 Tonnen Gewicht** rund 100-mal mehr Volumen haben als JET. Ziel von ITER ist die sogenannte „positive Energiebilanz“. Bei der Kernfusion in ITER sollen 50 Megawatt reichen, um **500 Megawatt** zu erzeugen. Eine Voraussetzung zur effizienten Energiegewinnung im Kraftwerksmaßstab.

Der Betrieb: Wendelstein 7-X

In Greifswald wurde nach über einer Million Montagestunden der Experimentalreaktor Wendelstein 7-X im Dezember 2015 in Betrieb genommen und das erste Plasma erzeugt. Der Name Wendelstein 7-X ist dabei einem frühen **Forschungsprojekt** aus den 1950ern an der Princeton-University entlehnt. Während ITER auch den Prozess der Energiegewinnung nachweisen wird, experimentieren die Forscher des Max-Planck-Instituts für **Plasmaphysik** (IPP) bei Wendelstein 7-X vor allem mit dem extrem starken Magnetfeld des Fusionsreaktors. Denn für die Kernfusion ist das von entscheidender Bedeutung: Wegen der extremen Temperaturen des Fusionsfeuers, des Plasmas, darf dieses nicht direkt die einschließenden Wände berühren. Das Plasma kreist innerhalb des Fusionsreaktors „frei schwebend“ in einem Magnetfeld.

Die Vision: Fusionskraftwerk

Wendelstein 7-X ist in Betrieb, ITER soll 2023 starten. Bereits 2050 könnte das erste Fusionskraftwerk DEMO 2050 Strom erzeugen. DEMO steht für „Demonstration Power Plant“ und ist als Nachfolgeprojekt geplant. Ziel der Wissenschaftler: ein **Fusionskraftwerk** zur Stromerzeugung im Dauerbetrieb.

GESCHICHTE ERZÄHLEN

ZERSTÖRUNGSFREIE MATERIALPRÜFUNG UND ALTERSBESTIMMUNG

Salz für das Paradies-Tor

Prompte-Gamma-Aktivierungsanalyse (PGAA) ist eine Analysemethode der Kernphysik. Material wird mit Neutronen bestrahlt. Der Atomkern reagiert auf diese Strahlung. Eine anschließende Messung gibt Auskunft über die Zusammensetzung des Materials.

Mit der Prompte-Gamma-Aktivierungsanalyse wurde der **Prophetenkopf** des Bildhauers Lorenzo Ghiberti (1378-1455) von 1442 untersucht. Die Bronzeplastik ist Teil des Paradies-Tores gegenüber von Santa Maria Del Fiore, dem Dom in Florenz. Die **Bronze** färbte sich allmählich schwarz. Diese Schicht sollte entfernt werden. Zwei Methoden standen zur Auswahl: die Reinigung mit einer Salzlösung oder mit **Laserstrahlen**. Durch das Neutronenverfahren erkannten die Wissenschaftler: Die **Salzreinigung** ist effektiver als der Laser.

Die Tinte Albrecht Dürers

Das Germanische **Nationalmuseum** Nürnberg untersuchte gemeinsam mit der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) 50 **Tintenzeichnungen** des Malers Albrecht Dürer (1471-1528). Man wusste nicht: Sind sie wirklich von Albrecht Dürer gemalt, hat er sie überarbeitet oder andere? Mit Hilfe der **Micro-Röntgenfluoreszenzanalyse** erkannten die Forscher: **Albrecht Dürer** verwendete sogenannte Eisengallustinte. Die Tinten der Zeichnungen aber hatten verschiedene Zusammensetzungen. So konnten die Wissenschaftler erkennen: Welche Bilder sind von **Dürer,** welche Korrekturen hat er vorgenommen und welche Bilder sind Fälschungen.

Micro-Röntgenfluoreszenzanalyse ist eine Materialanalyse. Eine Zeichnung wird auf einem winzigen Messfleck bestrahlt und anschließend dessen chemische Farbzusammensetzung ausgewertet.

ÖTZIS ENDE
Ötzi ist vermutlich durch einen Pfeil gestorben. Auf Röntgenbildern entdeckten Forscher eine Pfeilspitze aus Feuerstein in der linken Schulter.

Wie alt ist Ötzi?

Er wurde 1991 gefroren aus dem Eis der **Südtiroler Alpen** geborgen: „Ötzi“. Nie zuvor hatte man eine derart alte und gut konservierte Mumie aus der **Jungsteinzeit** gefunden. Doch wie alt ist „Ötzi“? Das wollten Forscher mit der Radiokarbonmethode herausfinden, der C14-Methode. C14 ist ein natürlich vorkommendes, radioaktives Kohlenstoffisotop und im Gewebe jedes Lebewesens. Mit dem Tod nimmt der Gehalt im Körper allmählich ab. Die Anzahl der C14-Isotope im Körper von **Ötzi** verriet: Ötzi ist über **5.000 Jahre** alt. Er lebte etwa **3200 v. Chr.** Das war noch 600 Jahre vor dem Bau der ersten Pyramide im Alten Ägypten.

Die C14-Methode ist am besten auf Fossilien anwendbar, die zwischen 500 und 50.000 Jahre alt sind. Auch andere Radionuklide sind dafür geeignet, zum Beispiel Kalium-40. Mit Rubidium-87 wurden die ältesten Mineralien der Erde auf etwa vier Milliarden Jahre datiert.

ÜBER SONNENBRAND UND ORCHIDEENFÄCHER

EIN GESPRÄCH MIT PROF. DR.-ING. JÖRG STARFLINGER

Prof. Starflinger untersucht die Wirkung von Strahlen auf den Menschen und auf Material.

Der deutsche Ausstieg aus der Kernenergie ist politisch beschlossen: Wozu noch Strahlenschutz?

Ich spreche in der Forschung von „Strahlenwirkung“. Diese untersuchen wir, weil der **Mensch** immer Strahlung ausgesetzt ist. Es geht darum: Woher kommt Strahlung (Quelle), wohin geht sie (Ziel) und was verursacht sie (Wirkung)?

Ein Beispiel aus dem Alltag?

Sonnenbrand. Sonnenbrand durch **UV–Strahlung**. Die Quelle ist die Sonne, das Strahlenziel ist die Haut des Menschen und die Strahlenwirkung ist der **Sonnenbrand**, im schlimmsten Fall sogar Hautkrebs. Der Schutz wäre der Sonnenschirm.

Arbeiten Sie selbst auch abseits der klassischen Bereiche der Kerntechnik?

Ja, zum Beispiel unterstützen wir gerade Kollegen aus dem **Fachbereich Biologie** bei der Untersuchung von Mutationen: Wir wollen herausfinden, wie Pflanzen oder Bakterien mit niedriger Strahlendosis zurechtkommen. Dieser Bereich der **„Radioökologie“** ist einer der Schlüsselbereiche der EU-Forschung. Auch im Bereich Luft- und Raumfahrt haben wir ein Forschungsprojekt: Im All ist Strahlung eine permanente Begleiterscheinung. Wie wirkt Weltraumstrahlung auf **Raumschiffe**, auf Material und auf Menschen im All, also Astronauten. Das ist wichtig für künftige Kurzzeitmissionen im All, auch für den möglichen Bau einer **Mondbasis oder Marsbasis**.

Sie sind eigentlich Kerntechniker, arbeiten aber auch im Bereich Biologie und Raumfahrt?

Ja, denn es ist nichts Anderes, als wenn wir beispielsweise Gammastrahlung oder Aktivierung von **Komponenten** in Kernreaktoren berechnen. Es geht um die Methode! Ich nenne das Methodenkompetenz. Wir wissen, wie wir Strahlungsfelder berechnen. **Wissen**, wie wir vor Strahlung abschirmen und so weiter. Die Frage ist: Wo kann man das, was wir in der Kerntechnik entwickeln, in anderen Bereichen nutzen? Deshalb schaue ich auch zuversichtlich in die Zukunft.

In welchem Bereich gibt es heute und künftig noch Arbeit für Kerntechniker?

Neben dem anstehenden Rückbau der Anlagen zum Beispiel in der Medizingerätetechnik: Ich arbeite mit einem Kollegen am Marienhospital Stuttgart. Es gibt dort Bestrahlungsanlagen zur **Therapie und Diagnostik**: Wir haben eine gemeinsame Vorlesung und erläutern Studenten: Was ist Alpha-, Beta-, Gammastrahlung, bis hin zu: Wie sind die Geräte vor Ort aufgebaut, und was machen sie? Eben das kleine **1x1 der Strahlenwirkung** für alle Studenten, die etwa in der Radiologie (Strahlentherapie) oder mit Tomographieanlagen arbeiten wollen. Es geht auch um die Verbesserung der Bestrahlungsplanung. In der **Medizintechnik** könnte die Methodenkompetenz der Kerntechnik überwintern.

„Überwintern“ bedeutet: Sie erwarten einen Frühling der Kerntechnik?

Wir werden in Deutschland den Rückbau der Kernkraftwerke irgendwann abgeschlossen haben. Ich befürchte jedoch: **Die Suche** nach einem Endlager für das verbliebene hochradioaktive Material wird sich sehr lange hinziehen. Solange wir hochradioaktives Material über der Erde haben, können wir Strahlenschutz nicht vernachlässigen oder gar darauf verzichten – die **Methodenkompetenz** der Kerntechnik müssen wir uns erhalten!

Wie stellen Sie sich den Kompetenzerhalt in der Kerntechnik vor?

Fächer mit wenig Studierenden nennt man „Orchideenfächer“. Wie derzeit in meinen kerntechnischen **Vorlesungen**. Wenn wir etwa den Strahlenschutz als gesellschaftliche Aufgabe verstehen, auch über den Rückbau hinaus, dann muss die Kerntechnik in ein Orchideenhaus – in ein **Orchideenschutzhaus**. Denn es gibt immer mehr Stimmen, die sagen: Wir brauchen die Kerntechnik nicht mehr. Aber wir brauchen sie und wir brauchen langfristige Programme, um die Kompetenz in der Kerntechnik zu erhalten.

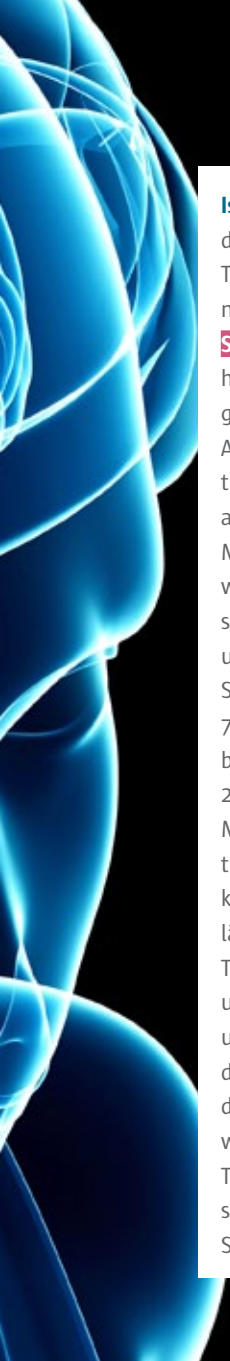
Jörg Starflinger, Direktor des Instituts für Kernenergetik und Energiesysteme (IKE) an der Universität Stuttgart.

4,5

METER DICK SIND DIE BETONWÄNDE, VON DENEN DER MARBUGER SYNCHROTRONBESCHLEUNIGER UMGEBEN IST.

DIE BEHANDLUNG DES UNBEHANDELBAREN

MIT 225.000 METERN PRO SEKUNDE KRANKHEITEN HEILEN.



Ist ein Tumor diagnostiziert, entscheiden Ärzte über die Behandlungsmethode. 2015 öffnete am Ionenstrahl-Therapiezentrum (MIT) am Uni-Klinikum in Marburg eine neue Partikeltherapie-Anlage. Die **Schwerionenforschung** hat damit zu dem Ergebnis geführt, dass in der Marburger Anlage auch solche Tumore therapiert werden, die bisher als unbehandelbar galten. Im Marburger **Therapiezentrum** wird nun genau dies möglich sein: Ein Strahl aus Protonen und Ionen wird von einem Synchrotronbeschleuniger auf 75 Prozent **Lichtgeschwindigkeit** beschleunigt – das sind etwa 225.000 Kilometer pro Sekunde. Mit dieser Geschwindigkeit treffen die Teilchen auf das kranke Gewebe. Der **Ionenstrahl** lässt sich millimetergenau steuern und exakt auf den Tumor ausrichten. Ein Roboter sichert die Genauigkeit und steuert die Lagerung des Patienten. Auch die **Dosis** unterliegt einer exakten Berechnung. An den Rändern des Tumors wird die Strahlung extrem reduziert, wodurch das umliegende **gesunde Gewebe** bestmöglich geschont werden kann. Zum Team des Marburger Ionenstrahl-Therapiezentrum gehören 50 Mitarbeiter sehr unterschiedlicher Berufe. Ärzte natürlich, aber auch **Physiker,** Strahlenschutzingenieure oder Techniker.

„Wir hatten schon vor zehn Jahren Daten, wonach es pro Jahr in Deutschland mindestens 10.000 Patienten gibt, die von einer Teilchen-therapie profitieren werden.“

Prof. Jürgen Debus,
Geschäftsführer des Marburger Ionenstrahl-Therapiezentrum (MIT).

Erst finden, dann heilen: Wie Ärzte Tumore aufspüren. Ungefähr die Hälfte aller Krebs-Patienten kann geheilt werden. Doch: Ärzte können nur heilen, was sie erkennen, etwa mit Radiopharmaka. Das sind radioaktive Stoffe oder Träger für radioaktive Substanzen, die Mediziner in den menschlichen Organismus injizieren. Radionuklide geben dort kurzzeitig eine schwache Strahlung ab. Mit Detektoren für diese Strahlung, oft in Kombination mit Computer-Tomographen, können Mediziner dann auf Bildern sehen, wie sich das Radiopharmakon in einem Organ verteilt hat. So können Krankheiten diagnostiziert werden – nicht nur Krebs, auch Knochenfrakturen, Arthrosen oder Entzündungen, Nerven-Krankheiten wie Parkinson oder auch ein Herzinfarkt. Radiopharmaka können auch direkt heilen, etwa durch sehr lokales Abtöten von Tumorzellen. Hierzu werden Radioisotope mit intensiverer Strahlung gewählt. Der Vorteil von Radiopharmaka: Sie befördern eine entsprechende Dosis direkt ins Zielorgan.

Fotonachweis:
Titelbild EUROfusion www.euro-fusion.org, NASA and The Hubble Heritage Team (AURA/STScI) www.nasa.gov, Airbus Group www.airbusgroup.com, shutterstock.com / andrzej bochenski, istockphoto.com / lopurice, fotolia.com / Juan Gärtner, NASA www.nasa.gov, ITER www.iter.org / Max-Planck-Institut für Plasmaphysik (IPP) www.ipp.mpg.de, istockphoto.com / pederk, Ralf Schulze / TU Muenchen, wikipedia.de / autor 120, istockphoto.com / Ary6, istockphoto.com / sankalpmaya

DAtF | Kernenergie im Dialog

Herausgeber:
DAtF
Deutsches Atomforum e.V.
Robert-Koch-Platz 4
10115 Berlin

info@kernenergie.de
www.kernenergie.de

Dezember 2015
Alle Rechte vorbehalten.